



Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
 EM|consulte
www.em-consulte.com



MISE AU POINT

Échographie pulmonaire en réanimation et aux urgences

Lung ultrasound in the critically ill

D. Lichtenstein

Service de réanimation médicale, faculté Paris-Ouest, hôpital Ambroise-Paré, 9, rue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne, France

Disponible sur Internet le 26 septembre 2008

MOTS CLÉS

Réanimation ;
Échographie
pulmonaire ;
Échographie ;
Diagnostic ;
Insuffisance
respiratoire aiguë ;
Pneumothorax

KEYWORDS

Chest
ultrasonography;
Lung;
Ultrasound diagnosis;
Respiratory failure;
Intensive-care unit;
Pneumothorax;
Alveolar
consolidation;
Pleural effusion;
Pulmonary edema;
COPD;
Interstitial syndrome

Résumé L'investigation en urgence du poumon, un organe vital, est clinique, mais est complétée en pratique par la radiographie ou le scanner. Ces méthodes ont des inconvénients et cette mise au point survole les possibilités d'une méthode permettant d'avoir une idée précise de l'état respiratoire, au lit, chez un patient critique : l'échographie pulmonaire. À l'aide d'une sémiologie standardisée, l'échographie offre la possibilité de diagnostiquer l'épanchement pleural, le pneumothorax, la consolidation alvéolaire et le syndrome interstitiel avec des performances proches du scanner. Outre la partie interventionnelle, une application basique est évoquée : une approche codifiée du patient en détresse respiratoire aiguë. La retombée essentielle, outre un diagnostic immédiat, est la possibilité de diminuer le recours au scanner (et, éventuellement, le nombre de radiographies chez les sujets fragiles : nouveau-né), dès que l'échographie a répondu à la question clinique.

© 2008 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Summary Investigation in an emergency of the lung, a vital organ, is clinical, but is routinely completed by radiographies and CT-scans. These methods yield issues and this review highlights the potentials of a bedside method allowing accurate assessment of the respiratory function in the critically ill: lung ultrasound. Using a standardized semiology, ultrasound offers the possibility of diagnosing pleural effusion, pneumothorax, alveolar consolidation and interstitial syndrome with a performance close to that of CT. In addition to the interventional uses, one basic application is envisaged: codified approach to an acute respiratory failure. Apart from an immediate diagnosis, the essential advantage of lung ultrasound is the possibility of gradually decreasing the referral to CT-scan (or, sometimes, radiography in fragile patients – newborns, etc.), each time lung ultrasound has answered the clinical question.

© 2008 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Adresse e-mail : dlicht@free.fr.

L'échographie d'urgence se développe depuis très peu. La découverte d'André Dénier méritait cette révélation, certes tardive [1]. Le « géant assoupi » est à présent réveillé. Nos observations, faites depuis 1989, ont prouvé que la chose était possible depuis 1982, l'ADR-4000 de François Jardin et al., logistique unique à l'époque, étant déjà aisément mobilisable [2].

Dans l'explosion échographique récente, nous aimons considérer le poumon, organe vital, comme une cible prioritaire. Un dogme stipulait que la chose était non faisable [3] et la communauté s'était arrêtée sur ce dogme. Utilisant la logistique de François Jardin et al., nos observations avaient montré qu'il n'en était rien. Pour peu que l'on prenne le temps de décrypter son langage, le poumon apparaissait en transparence dans ses divers aspects pathologiques.

Le poumon n'est qu'une, certes majeure, parmi de nombreuses cibles chez le patient critique. Élargissant le champ de l'échocardiographie, nous avons eu le privilège de suggérer, à la communauté, l'utilité de l'échographie corps entier [4,5].

Dans l'espace alloué, nous rappellerons les notions de base, supposées en cours d'acquisition, pour évoquer une application essentielle aux urgences : l'approche d'une défaillance respiratoire aiguë.

Technique d'analyse, aspect normal

Les sept principes de l'échographie pleuropulmonaire

Les sept principes de l'échographie pleuropulmonaire sont les suivants [5] :

- un appareil simple est parfaitement adéquat ;
- le thorax est une région où l'air et les fluides ont des directions gravitationnelles opposées, mais peuvent être intimement mélangés. Les artefacts naissent de cette proximité ;
- la surface pulmonaire est large, c'est l'organe le plus volumineux. Des aires précises seront définies ;
- la sémiologie pleuropulmonaire part de la ligne pleurale ;
- l'échographie pulmonaire est largement basée sur l'analyse des artefacts (ces structures qui rendaient l'échographie pulmonaire infaisable) ;
- la sémiologie pleuropulmonaire est dynamique ;
- les désordres thoraciques aigus touchent presque toujours la ligne pleurale.

Technique d'examen du poumon normal

Une approche standardisée garantit des résultats reproductibles. Il suffit à l'opérateur de suivre un à un les sept principes.

Premier principe : un appareil simple

Nous consacrerons des lignes sur ce point d'une importance critique pour le développement de l'échographie pulmonaire. Nous avons défini sept critères pour pratiquer une échographie pulmonaire (et corps entier) intelligente, rapide, propre :

- (1) un appareil étroit dans la seule dimension importante : la largeur – une hauteur faible (technologie *laptop*) étant de peu d'intérêt, les plafonds hospitaliers étant toujours assez hauts. Un chariot intelligent est démuné d'expansions latérales démesurées et inutiles ;
- (2) une qualité d'image optimale (voir nos clichés) ;
- (3) un design compact avec clavier plat, permettant une désinfection efficace et rapide – un égard minimal pour le patient suivant ;
- (4) un temps d'allumage rapide, de l'ordre de sept secondes ;
- (5) la possibilité d'utiliser une sonde microconvexe de 5 MHz, permettant une exploration satisfaisante de 1 à 17 cm – couvrant efficacement le corps entier, veines et cœur inclus [5] ;
- (6) une technologie simple, sans doppler ni harmoniques ni filtres complexes. L'échographie pulmonaire se pratique en image naturelle ;
- (7) corollaire des points (5) et (6), un coût accessible, point critique.

Notre appareil, toujours manufacturé, réunit ces sept critères depuis 16 ans (un ultraminiature avant l'heure : 31 cm de large), qui sont « rarement » retrouvés dans la génération dite ultraminiature.

Les appareils trouvés aux urgences sont pourvus de sondes cardiaques, linéaires, abdominales. Notre sonde microconvexe donne les mêmes informations et offre des avantages de coût, de rapidité (pas de temps perdu à sélectionner la bonne sonde) et aseptie contrôlée.

Le chariot est plus qu'un accessoire. Faute de place, nous précisons parmi de nombreuses fonctions que ses roues, technologie ancienne mais majeure, permettent de mobiliser un matériel lourd d'un point à un autre – rendant la technologie ultraminiature futile. En milieu hospitalier, on constatera qu'un appareil ultraminiature ne quitte « jamais » son chariot – preuve que la révolution ultrapor-table était peut-être plus commerciale que scientifique.

Pour les quelques docteurs qui pratiquent l'échographie préhospitalière, l'ultraminiature est indispensable. Nous utilisons un appareil pesant 1,8 kg, mesurant 14 cm × 14 cm × 16 cm.

Deuxième principe : le thorax, lieu de mélange air-eau

L'air monte, l'eau descend. Les désordres riches en eau (pleurésie, pneumonie) se localisent dans les régions déclives, les désordres riches en air (pneumothorax, syndrome interstitiel) à l'inverse. Nous définissons un axe gravitationnel et spécifions où la sonde est posée.

Troisième principe : l'organe le plus volumineux

Des aires précises peuvent être définies, les lignes axillaires séparant les parois antérieure, latérale et postérieure. Le poumon est séparé de l'abdomen par le diaphragme, situé chez l'adulte entre zéro et trois espaces sous la ligne horizontales des mamelons. Notre sonde microconvexe analyse le thorax directement, évitant la voie sous-costale traditionnelle, limitée et génératrice de pièges. Nous définissons quatre niveaux d'investigation (Fig. 1). Les trois premiers répondent généralement à la question clinique.



Figure 1 Gauche : sonde doucement appliquée sur la paroi thoracique antérieure (zone 1). Chez un patient en decubitus dorsal au niveau terrestre, cela définit le niveau 1. Le niveau 1' correspond, comme ici, à un patient mi-assis. Le niveau 2 ajoute la zone latérale (zone 2) à la zone antérieure. Droite : extension de l'examen au stage 3 par une légère rotation du tronc, permettant d'insérer une petite sonde dans la zone postérieure externe (zone 3). Le niveau 4 est une analyse complète, incluant une approche de l'apex (supraclaviculaire) et une large analyse postérieure, patient mis en decubitus dorsal franc. La sonde microconvexe représentée ici rend l'exploration aisée.

Quatrième principe : la ligne pleurale

Elle est décrite en Fig. 2.

Cinquième principe : l'analyse des artefacts naissant de la ligne pleurale

De nombreux artefacts peuvent être décrits. Une classification alphabétique était pratique [5]. Les deux principaux

ont des configurations opposées : essentiellement, horizontale et verticale. L'artefact normal, ligne A, est décrit en Fig. 2. Par contrainte de place, nous n'évoquerons pas les autres lignes décrites...

Sixième principe : une sémiologie dynamique

L'aspect du glissement pleural est rappelé en Fig. 2.

Sémiologie du pathologique

Le septième principe indique que pratiquement tout désordre aigu atteint la paroi. C'est évident pour les pneumothorax et épanchements pleuraux, prouvé pour 98,5% des cas de consolidations alvéolaires [6] et pour le syndrome interstitiel aigu, dont la portion sous-pleurale reflète la portion profonde [7]. Toute la sémiologie que nous allons voir est reproductible et a été corrélée au scanner comme *gold standard*.

L'épanchement pleural contient du liquide pur, la consolidation beaucoup de liquide et peu d'air, le syndrome interstitiel beaucoup d'air et très peu de liquide, le pneumothorax de l'air pur (deuxième principe).

Épanchement pleural

L'idée d'utiliser l'échographie remonte à 1946 [1], le premier travail effectif à 1967 [8]. On peut enrichir la sémiologie traditionnelle.

Les signes

L'épanchement est cherché en niveau 2 ou 3. Le critère classiquement anéchogène manque dans les cas critiques (pyothorax, hémithorax). En dehors de critères évidents (image décline sus-phrénique), deux signes, signe du dièse et signe de la sinusoidé, permettent une standardisation du test (Fig. 3 et 4). Ces deux signes indiquent l'épanchement pleural avec une spécificité de 97% quand la référence est l'obtention de liquide pleural dans la seringue [9]. Avec le scanner comme *gold standard*, sensibilité et spécificité sont de 93% [10].

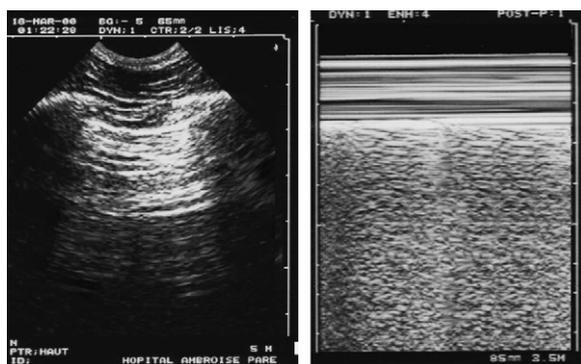


Figure 2 Gauche : coupe longitudinale d'un espace intercostal (nous conseillons un usage quasi exclusif de la voie longitudinale). Seuls des artefacts aériques et osseux (en arrière des côtes) sont visibles. Toutefois, entre deux côtes (flèches verticales), un-demi centimètre sous la ligne des côtes chez l'adulte et dans un rapport constant dès la naissance, on isole la ligne pleurale (flèches supérieures), horizontale, hyperéchogène, indiquant normalement la surface pulmonaire. Côtes et ligne pleurale matérialisent le signe de la chauve-souris, préalable nécessaire à toute exploration pulmonaire. Les lignes horizontales de répétition de la ligne pleurale qui en sont issues (lignes A) ont une utilité clinique. Droite : temps-mouvement. Ce mode matérialise sur une image le glissement pleural, scintillement de la ligne pleurale synchronisé avec la respiration, correspondant à la dynamique pulmonaire craniocaudale. Le mode TM fait apparaître une différence flagrante d'aspect, d'une part, et, d'autre part, de la ligne pleurale (flèches), les structures pariétales immobiles générant ces traits horizontaux, le glissement pleural générant cet aspect sablé.

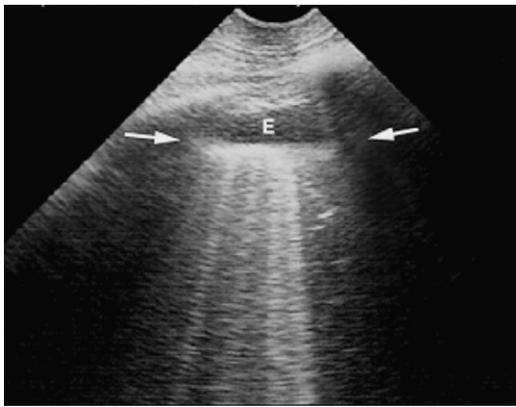


Figure 3 Épanchement pleural, abord intercostal. La collection peu échogène (E) est limitée par quatre structures régulières : ligne pleurale, ombre des côtes et, surtout, la limite inférieure (flèches), appelée ligne pulmonaire et traduisant la plèvre viscérale. À noter, un poumon sous-jacent non consolidé, car seuls des artefacts en émanent (sous-fusées).

Applications cliniques

L'échographie évalue le volume, la nature de l'épanchement et le lieu où portera la ponction, avec une acuité supérieure à la radiographie [9,10]. Celle-ci manque un large taux d'épanchements, petits ou abondants [11]. Nous ponctionnons régulièrement des épanchements radio-occultes chez nos patients ventilés [9]. Pour déterminer le volume, nous utilisons une fourchette large, suffisante en pratique clinique, estimant tel épanchement à 500 à 1000 ml, tel autre 15 à 30 ml. Un transsudat est théoriquement transsonore, un exsudat peut être échogène. Des particules mobiles (signe du plancton) traduisent un épanchement complexe : hémithorax, pleurésie purulente. Avec des critères disponibles (notamment, une distance de sécurité d'au moins 15 mm), la ponction pleurale apparaît un geste sûr, urgences incluses [9,12]. L'application permet de démêler immédiatement des

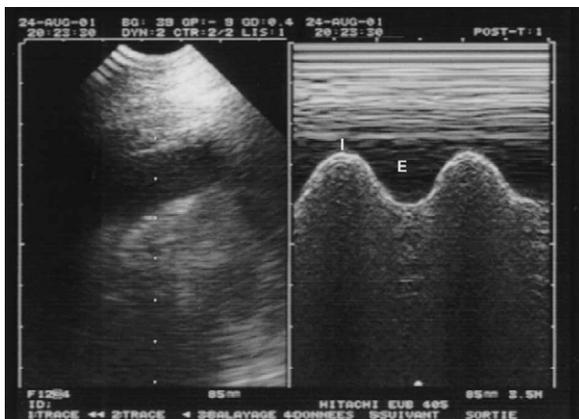


Figure 4 Épanchement pleural, mode TM. Le rapprochement inspiratoire cyclique de la ligne pulmonaire vers la ligne pleurale génère le signe de la sinusoire, signe spécifique d'épanchement pleural et indiquant une viscosité faible, permettant le choix d'une aiguille fine si l'on vise à ponctionner cet épanchement.

situations complexes, sans passer par des spéculations académiques.

Consolidation alvéolaire

La consolidation atteint la paroi dans 98,5% des cas [6]. Contrairement à l'épanchement pleural, au pneumothorax ou au syndrome interstitiel, elle peut avoir des localisations modérées ou ubiquitaires.

Les signes

Pour gagner de la place, nous invitons à la lecture de la Fig. 5. Par rapport au décrit [13], l'usage de deux signes (signe du poumon tissulaire, signe de la scie) offre une sensibilité de 90%, une spécificité de 98% [6].

Des signes subtils ne seront pas décrits : volume de la consolidation, bronchogrammes aériques [13], cinétique (bronchogramme aérien dynamique), indiquant une consolidation non rétractile [14], abolition fréquente du glissement pleural [15], zones de nécroses intraparenchymateuses [16].

L'atélectasie donne des signes immédiats (voir infra) et tardifs : consolidation à bronchogrammes aériens statiques ou absents, attraction des organes de voisinage, abolition du glissement pleural.

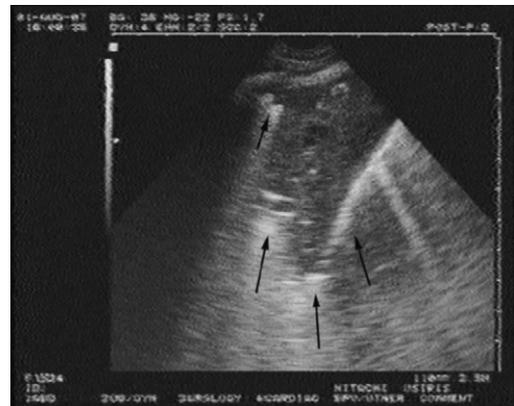


Figure 5 Consolidation alvéolaire massive et « sèche » du lobe moyen. Nous définissons la consolidation alvéolaire par deux signes constants. Le signe du poumon tissulaire considère que la consolidation, en réalité liquidienne, se comporte comme un tissu solide, avec échogénicité tissulaire (hépatisation) et absence de déformation respiratoire – signe de la sinusoire absent. Le signe de la scie (traduction laborieuse de l'anglais *shred sign*) considère que la bordure profonde d'une consolidation est déchiquetée car en connexion avec le poumon aéré (flèches). Le *shred sign* manque bien sûr quand c'est l'ensemble du lobe qui est consolidé, jusqu'à la ligne pulmonaire opposée. Noter encore, l'absence d'épanchement pleural (consolidation « sèche », orientant vers certaines étiologies). Les bronchogrammes aériens ont en temps réel une dynamique centrifuge inspiratoire, indiquant aussi une étiologie. Noter, enfin, le caractère homogène de la consolidation, évoquant l'absence de caractère nécrotique ou abcédant. Un détail : le glissement pleural est totalement aboli chez ce patient. Un (dernier) détail : aucun de ces détails n'est mis en évidence par les scanners, aussi modernes soient-ils.

Relevance clinique

Dotée d'une acuité supérieure à la radiographie [10], l'échographie détecte les pneumonies radio-ocultes. Ce rôle sera apprécié en pédiatrie et dans les pays aux ressources limitées.

Syndrome interstitiel

Décrit en 1994 [17], divulgué en 1997 [7], appliqué cliniquement dès 1998 [18], ce domaine de diagnostic visuel poursuit sa carrière. L'analyse délibérée des artefacts nous invite à penser d'une manière abstraite, mais nous verrons le potentiel clinique de cette application, centrée sur le diagnostic d'œdème pulmonaire (hémodynamique, lésionnel). En accord avec le septième principe, l'épaississement des septums interlobulaires sous-pleuraux reflète celui des septums profonds [7].

Échographie du syndrome interstitiel : comment

Le signe élémentaire est un artefact en queue de comète, naissant de la ligne pleurale, hyperéchogène, bien défini, effaçant les lignes A, de longueur indéfinie, synchrone du glissement pleural. Par ces sept critères, cet artefact, nommé ligne B, se distingue de tous les autres artefacts en queue de comète visibles en médecine et que faute de place nous ne pouvons décrire, à part la ligne Z, fréquente (Fig. 7) : cet artefact court, n'effaçant pas les lignes A, n'a pas de signification connue [19]. Plusieurs lignes B, visibles sur une coupe entre deux côtes, ont été appelées fusées pleurales ou lignes B+ (Fig. 6). Nos travaux sont confirmés par un nombre croissant de publications [20–23], nos *lung rockets* ayant parfois été renommées *lung comets*. Des fusées diffuses disséminées sur l'ensemble de la paroi antérolatérale définissent le syndrome interstitiel échographique. Avec la radiographie comme référence, sensibilité et spécificité sont de 93%. La concordance est totale quand le scanner est la référence [7].

Le terme B7 indique des fusées espacées de 7 mm (distance entre deux septums interlobulaires chez l'adulte), soit la place entre deux côtes pour trois à quatre lignes B. Le terme B3 indique une distance moindre de moitié et indique les lésions en verre dépoli [7]. Des fusées, cantonnées au dernier espace sus-phrénique, se voient chez 27% des sujets



Figure 6 Ces artefacts verticaux ont sept particularités : (1) queues de comètes ; (2) naissant de la ligne pleurale ; (3) bien définis en rayon laser ; (4) hyperéchogènes ; (5) descendant sans épuisement à la limite inférieure de l'écran ; (6) effaçant les lignes A physiologiques et (7) mobiles avec le glissement pleural (quand il est conservé). Cet ensemble définit la ligne B. Plusieurs lignes B sur une même coupe entre deux côtes sont appelées lignes B+ ou fusées pleurales. Des fusées diffuses sur plusieurs points du thorax définissent le syndrome interstitiel. Patient ayant un œdème pulmonaire aigu.

sains [7]. Une ou deux lignes B, appelées lignes b (minuscule) n'ont pas de signification connue.

Les lignes B sont générées quand deux éléments d'impédance acoustique opposée (air et eau) se trouvent dans un même lieu [7] et sont un équivalent des familles de Kerley.

Les artefacts pulmonaires ont cette caractéristique : à un endroit donné, les lignes ne peuvent être qu'A ou B.

Échographie du syndrome interstitiel : pourquoi ?

Le réanimateur pourrait s'interroger sur l'intérêt de cette application. La ligne B se retrouve pourtant au cœur de situations vitales, indiquant l'origine d'une défaillance respiratoire aiguë [15]. Les lignes B+ indiquent grossièrement



Figure 7 Deux types d'artefacts en queue de comète à ne pas confondre avec les lignes B. Gauche : cet artefact a les caractéristiques (1), (3), (4), (5) et (6) des lignes B, mais ne naît pas de la ligne pleurale (pas de signe de la chauve-souris visible). Lignes E traduisant un emphysème sous-cutané compliquant un pneumothorax. Droite : cet artefact a les caractéristiques (1) et (2), mais est mal défini, non hyperéchogène, court, n'effaçant pas les lignes A (flèches fines). Exemple de ligne Z, un artefact parasite très fréquent et sans signification connue à ce jour (flèches épaisses). Ce patient a précisément un pneumothorax.

l'œdème pulmonaire [18]. Elles éliminent d'emblée le pneumothorax [24]. L'absence de fusées diffuses caractérise 92 % des cas d'embolie pulmonaire massive [15,25]. C'est aussi l'aspect de l'asthme aigu ou de la BPCO décompensée [15,18]. L'existence et la distribution des lignes B aide à différencier l'œdème pulmonaire hémodynamique du lésionnel (Tableau 2).

Pneumothorax

L'échographie peut parfaitement détecter l'air (ennemi classique des ultrasons) au sein d'un organe riche en air, si l'on accepte encore de considérer les artefacts comme une aide.

Les signes

Trois signes couvrent la majorité des situations cliniques. Le pneumothorax est cherché en niveau 1, localisation accessible. Le réanimateur aura usage d'un, deux ou trois signes :

- abolition du glissement pleural (Fig. 8).

C'est un signe basique, déjà décrit chez le cheval [26]. Le rôle de l'échographie pour détecter l'abolition du glissement pleural est décrit de façon croissante [27]. La sensibilité est de 95 % (100 % pour les cas faisables) et la valeur prédictive négative de 100 % [28]. Un glissement conservé permet d'éliminer le pneumothorax en quelques secondes.

Un glissement aboli n'est nullement synonyme de pneumothorax. La spécificité de 91 % dans une population générale [28] tombe à 78 % chez des patients critiques [29] et 60 % quand ils sont atteints de SDRA... Chez des patients en défaillance respiratoire aiguë, un glissement aboli a une valeur prédictive positive d'à peine 27 % [15]. L'atélectasie, SDRA, symphyse pleurale aiguë ou chronique, fibrose sévère, paralysie phrénique, jet ventilation, arrêt cardiaque, simple apnée, intubation œsophagienne, sonde ou réglage inappropriés avec filtres

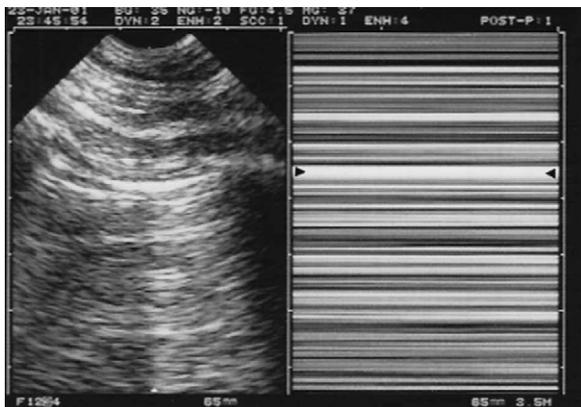


Figure 8 L'abolition complète du glissement pleural est objectivée par le mode TM (image de droite). Seul un empilement de lignes horizontales apparaît, un signe appelé signe de la stratosphère. Aucune différence d'aspect n'est notée, d'une part, et, d'autre part, de la ligne pleurale (têtes de flèches). Noter à gauche l'absence de toute ligne B.

incongrus abolissent le glissement pleural. Cette occurrence n'est pas un réel obstacle ;

- signe de la ligne A (Fig. 8).

C'est un signe constant. Des lignes A exclusives sont observées au niveau du pneumothorax, avec une sensibilité de 100 % pour le diagnostic de pneumothorax complet [24]. Une seule ligne B dans la zone suspecte élimine le diagnostic [24], point précieux dans les nombreux cas où le glissement est aboli. Une sonde linéaire empêche généralement la distinction des lignes A, B et Z, qui nécessitent une analyse en profondeur. Notre sonde microconvexe analyse les régions superficielles comme profondes ;

- le point-poumon (Fig. 9).

Ce signe est spécifique à 100 % [29]. La sensibilité, de 66 % globalement, chute pour les pneumothorax majeurs avec rétraction complète [29], mais augmente à 79 % pour la détection des pneumothorax non radiovisibles [19]. La majorité des cas de pneumothorax est donc diagnostiquée par l'échographie. Le point-poumon confirme que l'abolition du glissement n'est pas due à un défaut technique. Sa localisation indique le volume du pneumothorax. Quatre-vingt-dix pour cent de pneumothorax occultes avec point-poumon latéral nécessitent un drainage contre 8 % de cas à point-poumon antérieur [19].

Des applications

Dans cet espace limité, le lecteur imaginera que, dès le diagnostic évoqué, l'échographie complète ou remplace la radiographie, qui occulte des pneumothorax même sous tension [30]. En contexte d'urgence (arrêt cardiaque, défaillance respiratoire aiguë) ou en routine (chez le patient ventilé, après tout geste invasif), ce premier pas sera généralement suffisant pour fournir une réponse négative ou positive. En urgence extrême, l'insertion d'un drain sans radiographie préalable devrait devenir habituelle.

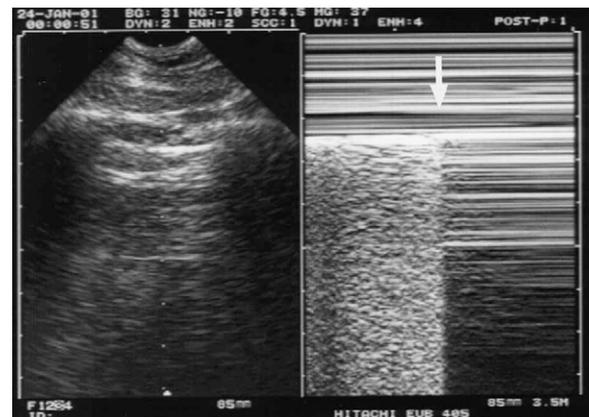


Figure 9 Droite : un changement soudain d'aspect (glissement aboli, lignes A) a lieu au moment précis où le poumon collabé, diminuant légèrement de volume à l'expiration, ne touche plus la paroi, de façon cyclique. C'est une loi du tout-ou-rien. Ici, un aspect sablé est suivi d'un aspect en stratosphère (flèche). Le point poumon ne doit être cherché (sonde allant vers le latéral puis vers le postérieur) que dans les cas où on a enregistré, en niveau 1, un glissement pleural aboli avec lignes A.

Autres applications de l'échographie pulmonaire

Dans l'espace alloué, nous évoquerons seulement le contrôle des voies aériennes, finement décrit [31], le pouls pleural, signe indiquant immédiatement une atelectasie complète dans le cas, par exemple, d'une intubation sélective [32] et de nombreuses applications (SDRA, hémodynamique, trachéostomie...).

Considérations diverses

Afin de respecter le volume imparti, nous verrons brièvement deux applications majeures : limiter le recours au scanner, investiguer un patient dyspnéique.

Radiographie ou scanner thoracique aux urgences ?

Cette alternative classique peut être résolue élégamment. Le scanner donne une bonne vue d'ensemble, mais ses inconvénients doivent être considérés pour réaliser la réelle place que l'échographie peut prendre. Le coût, détail pour nous, implique une non-accessibilité pour une majorité de Terriens. Les patients des pays nantis ont eux droit à une irradiation notoire [33]. Attente, transport, injection d'iode, position couchée nécessaire sont d'autres problèmes majeurs.

La radiographie au lit, examen certes familier, n'est pas acceptable comme *gold standard* [34]. L'échographie offre des performances proches du scanner [6,9,10,19]. Dans certains domaines, elle lui est supérieure : résolution permettant des diagnostics de pneumonie nécrosante [16], de pleurésie exsudative [5], temps réel appréciant l'amplitude du glissement pleural, le jeu phrénique, le caractère rétractile ou non d'une consolidation alvéolaire [14]. Si l'on mélange ces points de supériorité aux points de légère infériorité, on aboutit à une grossière égalité, qui devrait permettre de proposer l'échographie pulmonaire comme un *gold standard* acceptable et non invasif (Tableau 1).

Tableau 1 Performances publiées de l'échographie pulmonaire comparée au scanner.

	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
Épanchement pleural	94 [9]	97 [9]
Consolidation alvéolaire	90 [6]	98 [6]
Syndrome interstitiel	93 [7]	93 [7]
Pneumothorax	95 [19]	94 [19]

L'approche d'une défaillance respiratoire aiguë

Chaque cause de dyspnée aiguë donne un profil distinctif – dans un contexte où les erreurs initiales sont fréquentes [35]. L'échographie complète ou corrige les données classiques, fournissant immédiatement un diagnostic correct dans 90,5% des cas, l'approche traditionnelle n'atteignant ce but que dans 74% des cas [15]. Le BLUE-protocol intègre des données binaires : glissement pleural, syndrome interstitiel antérieur, syndrome alvéolaire et/ou pleural postérieur... Combinés, ces trois items génèrent sept profils, qui correspondent au diagnostic réel avec une spécificité toujours supérieure à 90% [15]. Ces profils sont présentés en Tableau 2. Brièvement, faute de place (il faudrait un chapitre), le BLUE-protocol invite à d'abord analyser la paroi thoracique antérieure, à la recherche du glissement. Présent (le pneumothorax est éliminé), on cherche alors un profil B. Présent, le diagnostic d'œdème aigu pulmonaire cardiogénique est probable. Absent (profil A), le BLUE-protocol invite à analyser les troncs veineux à la recherche d'une embolie. Si l'analyse veineuse est normale, le BLUE-protocol invite à retourner au poumon et analyser les zones postérolatérales. Si une atteinte alvéolaire et/ou pleurale est observée (PLAPS), l'association avec un profil A évoque la pneumopathie. Sinon, le diagnostic de probabilité est la poussée de BPCO ou d'asthme (profil nu). Profils A/B, B' (profil B à glissement aboli) et C mènent au diagnostic de pneumopathie.

Nous complétons, évidemment, cette approche par l'analyse du cœur. Il ne figure pas dans l'arbre décision-

Tableau 2 Le BLUE-protocol (extrait) : relevance de l'échographie pulmonaire chez un patient en défaillance respiratoire aiguë.

Aspect échographique	Diagnostic considéré	Spécificité (et sensibilité) de l'échographie en utilisant le profil considéré [15]
Lignes B antérieures massives et glissement conservé (profil B)	Œdème aigu pulmonaire hémodynamique	95% (97%)
Lignes A antérieures prédominantes et glissement conservé (profil A)	Asthme aigu ou poussée de BPCO	97% (89%)
Profil A avec thrombose veineuse profonde	Embolie pulmonaire	99% (81%)
Lignes A antérieures, glissement aboli et point poumon présent	Pneumothorax	100% (88%)
Lignes B antérieures et glissement aboli (profil B') ou lignes B antérieures unilatérales (profil A/B) ou consolidation alvéolaire antérieure (profil C) ou profil A avec PLAPS ^a	Pneumopathie	94% (89%)

^a PLAPS : syndrome alvéolaire et/ou pleural postérieur et/ou lateral.

nel du BLUE-protocol car les performances sont similaires, simplicité en plus (Tableau 2).

Pour l'embolie pulmonaire, le scanner spiralé est l'examen de référence. Le BLUE-protocol propose l'attitude suivante : un profil exempt de fusées pleurales antérieures avec thrombose veineuse détectable est spécifique à 99% [15]. Ces patients pourraient bénéficier d'une scintigraphie semi-urgente. Chez un patient dyspnéique de novo, certains profils éliminent l'embolie avec une valeur prédictive négative proche de 100%. Vingt pour cent des patients avec embolie documentée ont un profil A sans thrombose veineuse. Un tel profil, en contexte évocateur (clinique, D-dimères...), doit encore conduire au scanner spiralé.

Dernières considérations

L'échographie pulmonaire du patient critique génère des économies. La « seule » recherche du pouls pleural – une application parmi cent – rembourse notre unité en deux ans et demi [32].

La méthode est hautement faisable : 98% dans notre expérience [36] : l'organe est vaste et superficiel, il suffit d'appliquer la sonde sur le thorax.

La méthode est reproductible avec un taux de concordance de 0,89 après formation limitée [6]. Un nombre grandissant de travaux (incomplètement cités, faute de place) confirme cette accessibilité : voir les travaux de Kirkpatrick, Sustic, etc. [20,22,27,37].

Les urgences et la réanimation représentent un premier débouché de l'échographie pulmonaire. Le poumon du nouveau-né est un poumon d'adulte miniature au vu de l'échographie (en soumission). Une fois cette priorité acquise, on envisagera un rôle en cardiologie, pneumologie, anesthésiologie, chirurgie thoracique, médecine de famille, médecine austère, enfin, médecine extrahospitalière ; une idée (simple) que notre équipe se félicite d'avoir initiée [38].

Faute de place, nous n'évoquerons pas comment contourner les règles médicales (qui devraient s'adapter à ce nouveau *gold standard*), les rares limitations (emphysème pariétal) ni notre produit bientôt disponible de substitution du gel, une part peu attractive de l'échographie. Notre centre de formation donne les clés pour, par exemple, drainer sereinement un épanchement compressif sur la base d'un document objectif.

Conclusions

L'échographie pulmonaire permet de pratiquer une médecine visuelle dans un domaine où tout doit se jouer vite et avec précision. C'est aussi une réponse au problème de l'irradiation croissante. Une fois l'équipement adéquat et la formation acquise, l'échographie pulmonaire n'a que des avantages : innocuité, rapidité, acuité, coûts réduits et un confort accru du patient. Tout le monde gagne. Répondant généralement d'emblée à des questions pour lesquelles seules des approches sophistiquées étaient d'usage, l'échographie démêle ces problèmes rencontrés quotidiennement dans l'urgence et la réanimation [39].

Symbolisant souvent le stéthoscope de demain, du grec *Scopein* (observer) et *Stethos* (la... paroi thoracique), l'échographie est déjà le stéthoscope d'aujourd'hui.

Software

Texte sur Macintosh Word. Figures : en Photoshop JPEG.

Conflits d'intérêts

Aucun.

Références

- [1] Dénier A. Les ultrasons, leur application au diagnostic. *Presse Med* 1946;22:307–8.
- [2] Jardin F, Valtier B, Beauchet, Dubourg O, Bourdarias JP. Invasive monitoring combined with two-dimensional echocardiographic study in septic shock. *Intensive Care Med* 1994;20:550–4.
- [3] Weinberger SE, Drazen JM. Diagnostic procedures in respiratory diseases. In: *Harrison's principles of internal medicine*, 16th ed. New York: McGraw-Hill; 2005. p. 1505–8.
- [4] Lichtenstein D, Axler O. Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit. Prospective study of 150 consecutive patients. *Intensive Care Med* 1993;19:353–5.
- [5] Lichtenstein D. L'échographie général en réanimation (*General ultrasound in the critically ill*). Heidelberg: Springer-Verlag; 1992 (1st ed), 2002 (2nd ed), 2005 (3rd ed).
- [6] Lichtenstein D, Lascols N, Mezière G, Gepner A. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med* 2004;30:276–81.
- [7] Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1640–6.
- [8] Joyner CR, Herman RJ, Reid JM. Reflected ultrasound in the detection and localisation of pleural effusion. *JAMA* 1967;200:399–402.
- [9] Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, Tostivint I, Mezière G. Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 1999;25:955–8.
- [10] Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in ARDS. *Anesthesiology* 2004;100:9–15.
- [11] Müller NL. Imaging the pleura. State of the art. *Radiology* 1993;186:297–309.
- [12] Mayo PH, Goltz HR, Tafreshi M, Doelken P. Safety of ultrasound-guided thoracentesis in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 2004;125:1059–62.
- [13] Weinberg B, Diakoumakis EE, Kass EG, Seife B, Zvi ZB. The air bronchogram: sonographic demonstration. *AJR Am J Roentgenol* 1986;147:593–5.
- [14] Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J. The dynamic air bronchogram – an ultrasound sign of nonretractile alveolar consolidation. Résumé. *Reanimation* 2002;11(Suppl. 3):98s.
- [15] Lichtenstein D, Mezière G. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE protocol. *Chest* 2008;134:117–25.
- [16] Lichtenstein D, Peyrouset O. Lung ultrasound superior to CT? The example of a CT-occult necrotizing pneumonia. *Intensive Care Med* 2006;32:334–5.

- [17] Lichtenstein D. Diagnostic échographique de l'œdème pulmonaire. *Rev Im Med* 1994;6:561–2.
- [18] Lichtenstein D, Mezière G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 1998;24:1331–4.
- [19] Lichtenstein D, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Critical Care Med* 2005;33:1231–8.
- [20] Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, et al. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med* 2006;24:689–96.
- [21] Reissig A, Kroegel C. Transthoracic sonography of diffuse parenchymal lung disease: the role of comet tail artifacts. *J Ultrasound Med* 2003;22:173–80.
- [22] Fagenholz PJ, Gutman JA, Murray AF, Noble VE, Thomas SH, Harris NS. Chest ultrasonography for the diagnosis and monitoring of high-altitude pulmonary edema. *Chest* 2007;131:1013–8.
- [23] Jambrik Z, Monti S, Coppola V, Agricola E, Mottola G, Miniati M, et al. Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *Am J Cardiol* 2004;93:1265–70.
- [24] Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact, an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999;25:383–8.
- [25] Lichtenstein D, Loubières Y. Lung ultrasonography in pulmonary embolism. *Chest* 2003;123:2154.
- [26] Rantanen NW. Diseases of the thorax. *Vet Clin North Am* 1986;2:49–66.
- [27] Blaivas M, Lyon M, Duggal S. A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. *Acad Emerg Med* 2005;12:844–9.
- [28] Lichtenstein D, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding. *Chest* 1995;108:1345–8.
- [29] Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A. The lung point: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 2000;26:1434–40.
- [30] Tocino IM, Miller MH, Fairfax WR. Distribution of pneumothorax in the supine and semi-recumbent critically ill adult. *AJR Am J Roentgenol* 1985;144:901–5.
- [31] Chun R, Kirkpatrick AW, Sirois M, Sargsyan AE, Melton S, Hamilton DR, Dulchavsky S. Where's the tube? (...). *Prehospital Disaster Med* 2004;19:366–9.
- [32] Lichtenstein D, Lascols N, Prin S, Mezière G. The lung pulse: an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med* 2003;29:2187–92.
- [33] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography – an increasing source of radiation exposure. *New Engl J Med* 2007;357:2277–84.
- [34] Hendrikse K, Gramata J, Ten Hove W, Rommes J, Schultz M, Spronk P. Low value of routine chest radiographs in a mixed medical-surgical ICU. *Chest* 2007;132:823–8.
- [35] Ray P, Birolleau S, Lefort Y, et al. Acute respiratory failure in the elderly: etiology, emergency diagnosis and prognosis. *Crit Care* 2006;10(3):R82.
- [36] Lichtenstein D, Biderman P, Chironi G, et al. Faisabilité de l'échographie générale d'urgence en réanimation. *Reanim Urgence* 1996;5(6):788. SP 50.
- [37] Copetti R, Cattarossi L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. *Radiol Med (Torino)* 2008;113:190–8. Epub 2008 Apr 2.
- [38] Lichtenstein D, Courret JP. Feasibility of ultrasound in the helicopter (letter). *Intensive Care Med* 1998;24:1119.
- [39] van der Werf TS, Zijlstra JG. Ultrasound of the lung: just imagine. *Intensive Care Med* 2004;30:183–4.